

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-153945

(43)Date of publication of application : 28.05.2002

(51)Int.Cl. B22D 1/00  
 B22D 17/00  
 B22D 17/32

(21)Application number : 2000-356715

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

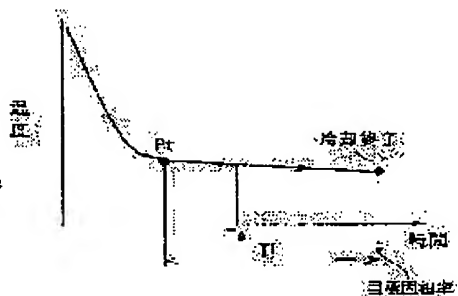
(22)Date of filing : 22.11.2000

(72)Inventor : OWADA KENJI  
 TAOKA AKINORI  
 KAZAMA SHINJI  
 SUZUKI ATSUSHI  
 IDEKAGO TAKASHI

### (54) METHOD FOR CONTROLLING SOLID PHASE RATIO OF SEMI- SOLIDIFIED METALLIC SLURRY

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a new control method of solid phase ratio instead of a method for controlling the solid phase ratio at some temperature.  
**SOLUTION:** On and after developing the transformation point  $P_t$ , this solid phase ratio is controlled with a time. That is, the target solid phase ratio (herein, 50%) is obtained by stirring for only  $T_f$  time from the transformation point  $P_t$ . Since the temperature control is not performed on and after developing the transformation point, but cooling is finished with the time control, even in the case of being the small range of the cooling temperature variation, the solid phase ratio control having good accuracy is performed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
 特開2002-153945  
 (P2002-153945A)

(43) 公開日 平成14年5月28日 (2002. 5. 28)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページ	ページ
B 2 2 D	1/00	B 2 2 D	1/00	Z
	17/00		17/00	Z
	17/32		17/32	Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2000-356715 (P2000-356715)	(71) 出願人	000005328 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成12年11月22日 (2000. 11. 22)	(72) 発明者	大和田 賢治 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
		(72) 発明者	田岡 明範 埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン ダエンジニアリング株式会社内
		(74) 代理人	100067356 弁理士 下田 啓一郎 (外1名)

最終頁に続く

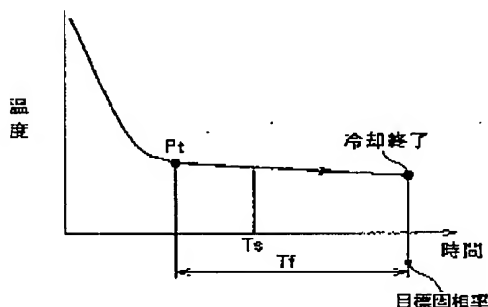
(54) 【発明の名称】 半凝固金属スラリーの固相率管理方法

(57) 【要約】

【課題】 温度で固相率を管理する手法に代わる新たな固相率の管理法を提供する。

【解決手段】 変態点  $P_t$  以降は時間で管理する。すなわち、変態点  $P_t$  から  $T_f$  時間だけ攪拌することで、目的固相率（ここでは50%）を得る。

【効果】 変態点以降は温度管理ではなく、時間管理で冷却を終了するため、冷却温度変化の小さな領域であっても精度のよい固相率管理が行える。



(2)

特開2002-153945

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ルツボに入れた半凝固金属スラリーを冷却して温度を測定し冷却曲線を作成する工程と、得られた冷却曲線から変曲点を探すことで変態点を特定する工程と、成分別に変態点から目標固相率までの冷却時間と変態点温度との相関をマップで準備しておき、このマップで変態点温度に対応する前記冷却時間を定める工程と、定まった冷却時間に到達するまで冷却を実施する工程と、からなり、これらの工程群をルツボに入れた半凝固金属スラリーの冷却開始から終了まで間に実施することで固相率を目標固相率に合致させることを特徴とする半凝固金属スラリーの固相率管理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半凝固金属スラリーの固相率管理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】アルミニウム合金などの金属の溶湯をダイカスト装置に供給し、高圧で鋳込み、果のない品質の良い鋳物を得るダイカスト法は大いに普及している。従来は完全に溶解した溶湯を用いていたが、金型の傷みを抑えることができることやニアネットシェイプ成形に適していると言うことで固液共存状態の半凝固金属スラリーを用いたダイカストが注目をあびている。

【0003】完全に溶解した溶湯を用いるときは問題とならぬが、半凝固金属スラリーを用いるときには固液の割合を表す固相率の管理が必要となる。固相率の管理に係る発明には、例えば特開平5-200523号公報「ダイカスト法」が提案されている。同公報の図1は横軸が温度、縦軸が固相率であるグラフであり、目標固相率が決まれば、同グラフから温度を求めることができる。同公報に記載される発明では、素材を加熱しながら固相線温度を実測し、この実測した固相線温度に基づいて加工開始温度を修正するというものである。すなわち、上記公報の技術は、温度で固相率を管理するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図10は半凝固金属スラリーの冷却曲線図であり、横軸は時間、縦軸はスラリーの温度を表わし、アルミニウム合金(JIS ADC12)を攪拌しつつ強制冷却すると変態点P1までは温度が急激に低下するが、変態点P1以降は温度が殆ど下がらぬことが分かった。そして、変態点P1から110s(秒)経過した点をP1、同128s経過した点をP2、同154s経過した点をP3とし、P1~P3での固相率を調べたところ、P1で37%、P2で41%、P3で44%であることが分かった。

【0005】とすれば、ある成分の半凝固金属スラリーでは、温度で固相率を管理することは困難若しくは管理精度を維持することは困難であるといえる。そこで、本

2

発明の目的は温度で固相率を管理する手法に代わる新たな固相率の管理法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1は、ルツボに入れた半凝固金属スラリーを冷却して温度を測定し冷却曲線を作成する工程と、得られた冷却曲線から変曲点を探すことで変態点を特定する工程と、成分別に変態点から目標固相率までの冷却時間と変態点温度との相関をマップで準備しておき、このマップで変態点温度に対応する冷却時間を定める工程と、定まった冷却時間に到達するまで冷却を実施する工程と、からなり、これらの工程群をルツボに入れた半凝固金属スラリーの冷却開始から終了まで間に実施することで固相率を目標固相率に合致させることを特徴とする。

【0007】ルツボに入れた半凝固金属スラリーの成分(許容される変動を含む成分)は既知であることを前提とし、許容される変動の範囲で冷却時間と変態点温度との相関マップを準備する。そして、冷却開始からの冷却曲線を監視し、曲線から変曲点を探し、得られた変曲点を変態点と見なし、変態点温度を前記相関マップに照らし合せることで、冷却終了時間を求め、これに基づいて冷却を終了する。変態点以降は温度管理ではなく、時間管理で冷却を終了するため、冷却温度変化の小さな領域であっても精度のよい固相率管理が行える。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。図1は本発明方法を実施するときに用いるダイカスト装置の原理図であり、ダイカスト装置10では、固定盤11に取付けた固定金型12へ、可動盤13に取付けた可動金型14を合せ、型締めシリンダ15で型締めし、固定金型12に連続させたスリーブ16へ注入口17を介してルツボ18から半凝固金属スラリー19を所定量注入する。そして、射出シリンダ21にてプランジャ22を高速で前進させることで、半凝固金属スラリー19をキャピティ23へ射出することで、ダイカストを実施する。この際にルツボ18はロボット24にて次に述べるルツボ置き台から注入口17まで迅速に移動する。

【0009】図2(a)、(b)は本発明に係るルツボ置き台の原理図である。(a)において、ルツボ置き台30は、ロボット24でハンドリングするルツボ18を載せて冷却する専用の台であり、底フレーム31にルツボ18を収納する側壁32を立て、且つ底フレーム31に熱電対29を備えたものである。

【0010】(b)は(a)の要部拡大図であり、熱電対29を次に述べる熱電対付勢機構33を介して底フレーム31に取付けたことを特徴とする。すなわち、熱電対付勢機構33は、底フレーム31に開けた孔34に鈎付き第1円筒35及びこの第1円筒35より大径の第2

50

(3)

特開2002 153945

3

4

円筒36を収納しておき、第1-第2円筒35、36間に上からアウトスプリング37を落し込み、このアウトスプリング37に十分に長い鋳付き第3円筒38をその鋳がアウトスプリング37に載るようにして差込み、この鋳付き第3円筒38に熱電対29より僅かに大径の孔を開けたボス39を一体的に取付け、この様な鋳付き第3円筒38の下からコマ41を備えた熱電対29を挿入し、コマ41に向かってインナスプリング42を挿入し、このインナスプリング42の抜け止めの為にプラグ43を鋳付き第3円筒38の下部開口にねじ又は嵌合で取付け

【0011】この結果、アウトスプリング37の押上げ作用とプラグ43のストッパ作用とで第3円筒38の突出し代が決まる。加えて、インナスプリング42の押し上げ作用でボス39から $\delta$ だけ、熱電対29の先端(上端)が露出する。

【0012】また、(a)においてルツボ18は、底板45に断熱材46を被せ、この断熱材46を外箱47で囲う断熱構造にするとともに、熱電対に対応する箇所に検出孔48を開け、下から底板45が臨めるようにして

【0013】図3(a)、(b)は図2(a)、(b)の作用図である。(a)はルツボ置き台30にルツボ1\*

\*8を載せた状態を示し、攪拌羽根49、49を半凝固金属スラリー19に投入して攪拌をすることで、半凝固金属スラリー19の冷却を促す。(b)は(a)の要部拡大図であり、ルツボの底板45で押し下げられるため熱電対29、ボス39及び鋳付き第3円筒38がアウトスプリング37の押し上げ力に抗して下降する。しかし、アウトスプリング37の押し上げ作用によりボス39がルツボの底板45を押すことには変わりない。加えて、熱電対29はインナスプリング42の押し上げ作用により、ルツボ18の底板45を押すため、熱電対29が底板45から離れることはない。

【0014】図3(b)の状態から、仮にルツボ18の底板45が若干浮き上がったとしても、アウトスプリング37及びインナスプリング42の押し上げ作用で、浮き上がりに追従させることができ、熱電対29をルツボ18の底板45に常に接触させることができる。

【0015】以上に述べたルツボ18及びルツボ置き台30を用いた本発明方法を次に説明する。表1は、アルミニウム合金のダイカストのよく用いるJIS ADC12の成分表である。

【0016】

【表1】

単位%

JIS 記号	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn	Al
ADC12	1.5 ~ 3.5	9.6 ~ 12.0	0.3 以下	1.0 以下	1.3 以下	0.5 以下	0.5 以下	0.3 以下	残部

【0017】JIS ADC12はAl-Si-Cu系合金と称するもので、Alをベースとし、9.6~12.0%のSi及び1.5~3.5%のCuを主として含めた合金である。SiやCuその他の成分が許容範囲内で変化すれば、冶金的特性は変化する。

【0018】図4はアルミニウム合金の成分変動と特性の変化を調べたグラフであり、横軸を時間、縦軸を温度として、ADC12の半凝固金属スラリーを攪拌冷却したところ、合金成分の上限から下限でグラフに示す通りの広がりが見られ、変態点の出現温度及び時間、や50%固相率の出現温度及び時間が、かなり変動することが分かった。本発明は、固相率の管理を単なる温度を指標とする方法や、単なる時間を指標とする方法では、図の変動(変動幅)に追従し得ないので、これにも十分追従し得る制御方法を確立することにある。

【0019】図5は本発明方法の好適フロー図であり、ST××はステップ番号を示す。

ST01:まず、制御開始時間Tsをインプットする。合金種(例えばADC12)が決まっていれば、図4のようなカーブを得ることができる。そこで、変態点から固相率までの間の適当位置に、人為的にTsを定め、こ

のTsを後に使用することにする。これがこのステップを設けた理由である。

ST02:ルツボに満たした半凝固金属スラリーを攪拌する(図3(a)参照)。

ST03:熱電対で計測したスラリー温度を読み込む。

ST04:冷却開始からの経過時間Timeが、ST01で定めたTsに達するまで攪拌冷却を継続し、スラリー温度の読み込みを続ける。経過時間TimeがTsに達したら、ST05に進む。

【0020】図6は本発明方法に係る途中までの冷却曲線図であり、半凝固金属スラリーの温度は時間と共に下がるが、横軸でTs及びその直前では下がり方が極端に遅いことを示す。そこで、横軸のTsから矢印①のごとく延ばして曲線に交わった点から、矢印②のごとく曲線上の直線部分Lを特定し、この直線部分Lから曲線部に変化する点、すなわち変曲点を見出し、矢印③のごとくこの点の温度Ptを求める。この温度は変態点に相当する。

【0021】図5に戻って、ST05で図6の要領で冷却曲線から変態点Ptを推定する。

【0022】ところで例えばADC12において、前記

5

表1に示す通りにCuやSiの成分が大きく変動することとは許容されている。CuやSiの成分の大小により、同一の合金種でありながら、冷却速度、変態点（温度、時間）、固相率が微妙に変化することは図4で説明した通りである。そこで、許容される変動幅において冷却速度、変態点（温度、時間）及び固相率の変化を調べたものを次図で説明する。

【0023】図7は成分の変化に伴うPt後の冷却時間の変化を調べたグラフであり、ADC12において、最も冷却速度が小さい冷却曲線をG1、最も冷却速度が大きかった冷却曲線をG3、それらの中間冷却速度の冷却曲線をG2としたときに、曲線G1では変態点PtからTf1経過したときに固相率が50%に達し、同様に曲線G3では変態点PtからTf2経過したときに固相率が50%に達し、曲線G3では変態点PtからTf3経過したときに固相率が50%に達したことを示す。これらTf1～Tf3は各々異なるが、成分が定まれば一義的に決まるものでもある。これらTf1～Tf3を多数求めてプロットしたのが次図のグラフである。

【0024】図8は本発明で用いるPt後の冷却時間Tfを求めるマップのイメージ図であり、合金種（例えばADC12）ごとに、温度とPt後の冷却時間Tfとの相関プロットしたものである。このマップにより、変態点Ptに対応する冷却時間Tfを定めることができる。

【0025】図5に戻って、ST06で図8を参照しつつマップから、Ptに対応するTf（Pt後の冷却時間）を求める。

ST07：Pt後の冷却時間がTfに達したら攪拌冷却を終了し、速かにダイカストを開始する。

【0026】図9はST07の補足図であり、半凝固金属スラリーの冷却曲線において、変態点Ptから更にTf時間だけ攪拌すれば、目的固相率（ここでは50%）にすることができることを示す。

【0027】以上に述べた通り、本発明方法は、ルツボに入れた半凝固金属スラリーを冷却して温度を測定し冷却曲線を作成する工程（ST02、03、04参照）と、得られた冷却曲線から変曲点を探すことで変態点を特定する工程（ST05及び図6参照）と、成分別に変態点から目標固相率までの冷却時間と変態点温度との相関をマップ（図8参照）で準備しておき、このマップで変態点温度Ptに対応する冷却時間Tfを定める工程と、定まった冷却時間に到達するまで冷却を実施する工程（図9参照）と、からなり、これらの工程群をルツボに入れた半凝固金属スラリーの冷却開始から終了まで間に実施することで固相率を目標固相率に合致させることを特徴とする。

【0028】尚、図6において、一定時間（例えば10

(4)

特開2002-153945

6

秒間）毎の冷却率（下降温度÷時間）を連続的に監視し、この冷却率が予め定めた値（しきい値）に達したときに変曲点（変態点）を推定することもできる。従って、図5におけるST01及びST04は必須ではない。従って、本発明方法は、図5～図9に示した具体例に限るものではない。すなわち、図8のマップは一例を示したに過ぎず、グラフ（アナログデータ）、テーブル（デジタルデータ）、演算式の何れでもよく、要はPtに対応するTfが一義的に求まるものであれば、形態は任意である。

【0029】また、本発明で扱う半凝固金属スラリーは、アルミニウム合金スラリー、マグネシウム合金スラリー、亜鉛合金スラリー、銅合金スラリー、チタン合金スラリー若しくはこれらに類する合金スラリーであれば種類は任意である。

【0030】

【発明の効果】本発明は上記構成により次の効果を発揮する。請求項1では、ルツボに入れた半凝固金属スラリーの成分（許容される変動を含む成分）は既知であることを前提とし、許容される変動の範囲で冷却時間と変態点温度との相関マップを準備する。そして、冷却開始からの冷却曲線を監視し、曲線から変曲点を探し、得られた変曲点を変態点と見なし、変態点温度を前記相関マップに照らし合わせることで、冷却終了時間を求め、これに基づいて冷却を終了する。変態点以降は温度管理ではなく、時間管理で冷却を終了するため、冷却温度変化の小さな領域であっても精度のよい固相率管理が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するときに用いるダイカスト装置の原理図

【図2】本発明に係るルツボ置き台の原理図

【図3】図2（a）、（b）の作用図

【図4】アルミニウム合金の成分変動と特性の変化を調べたグラフ

【図5】本発明方法の好適フロー図

【図6】本発明方法に係る途中までの冷却曲線図

【図7】成分の変化に伴うPt後の冷却時間の変化を調べたグラフ

【図8】本発明で用いるPt後の冷却時間Tfを求めるマップのイメージ図

【図9】ST07の補足図

【図10】半凝固金属スラリーの冷却曲線図

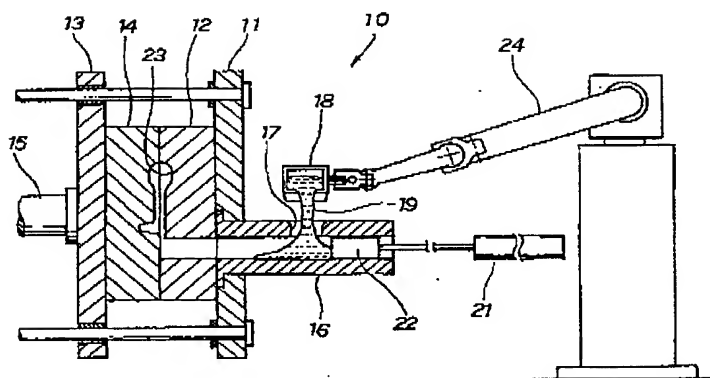
【符号の説明】

10…ダイカスト装置、18…ルツボ、19…半凝固金属スラリー、29…熱電対、30…ルツボ置き台、33…熱電対付勢機構、49…攪拌羽根、Pt…変態点（変態点温度）、Tf…変態点から目標固相率までの冷却時間。

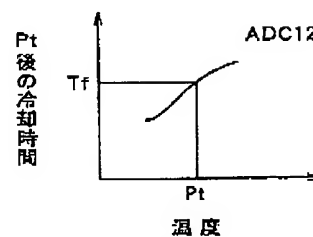
(5)

特開2002-153945

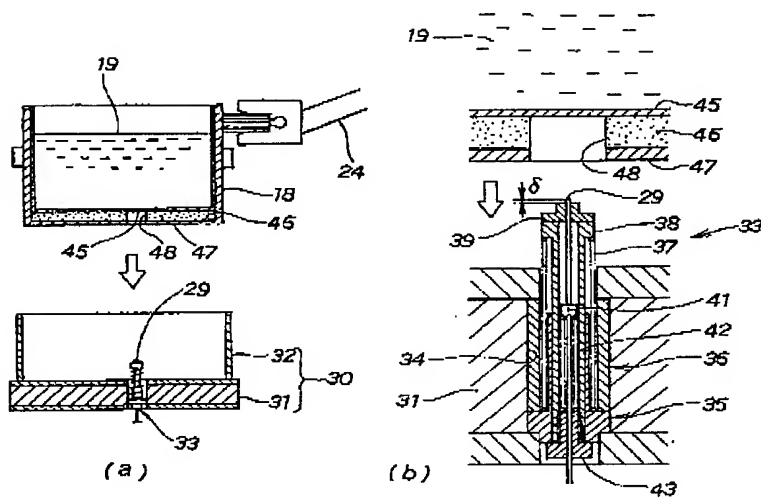
【図1】



【図8】



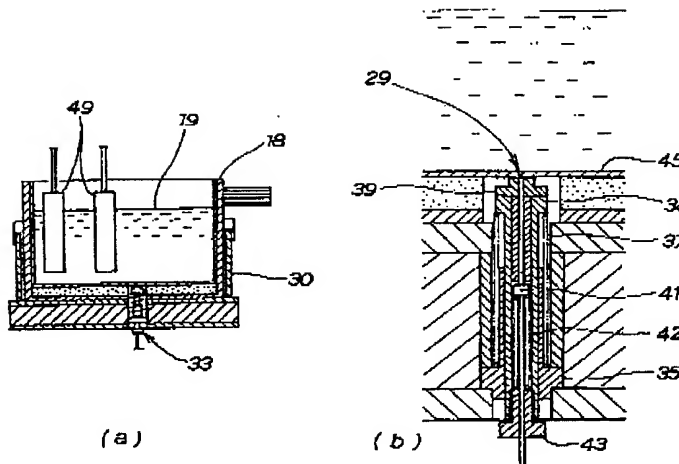
【図2】



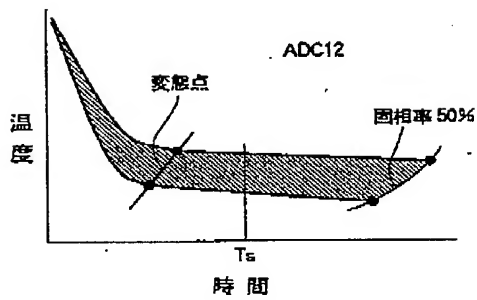
(6)

特開2002-153945

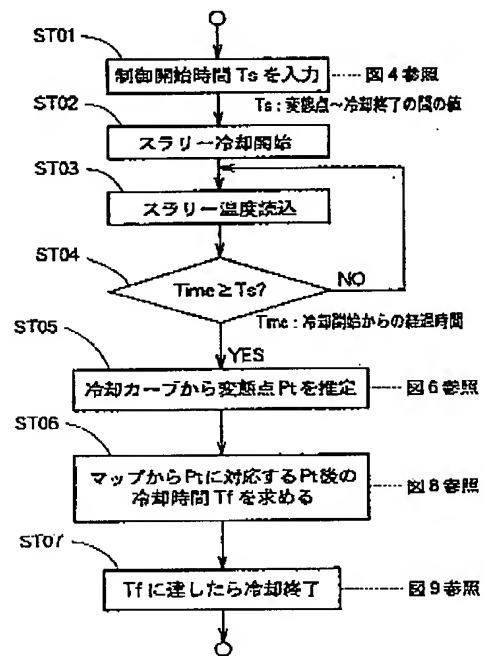
【図3】



【図4】



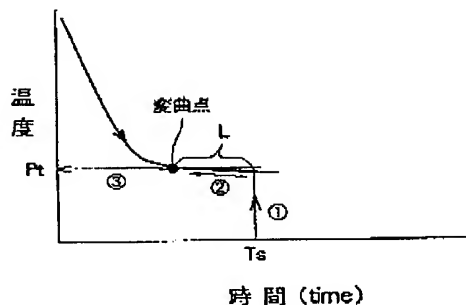
【図5】



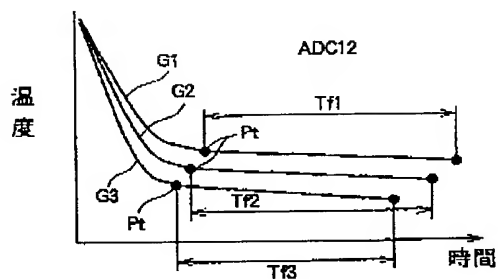
(7)

特開2002-153945

【図6】

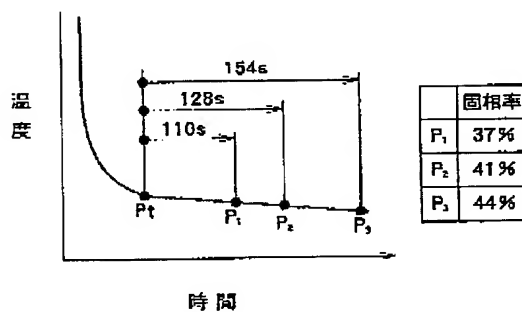
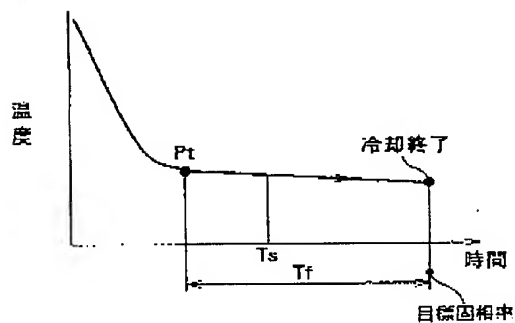


【図7】



【図10】

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 風間 慎二  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 鈴木 篤  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 井手 隆  
埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン  
ダエンジニアリング株式会社内